



УДК 553.04 : 553.49 (477)

ПРО СТВОРЕННЯ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ СТРАТЕГІЧНИХ МЕТАЛІВ (НА ПРИКЛАДІ ПРУТІВСЬКОГО КОМПЛЕКСНОГО РОДОВИЩА МІДНО-НІКЕЛЕВИХ І БЛАГОРОДНОМЕТАЛЕВИХ РУД)

Фалькович О.Л., к. геол. н., falkovich.oleksii@gmail.com;

Палкін І.Є., к. геол.-мін. н., palkin11362@gmail.com;

ТОВ "Геологічна сервісна компанія", м. Київ, Україна

Питанню створення власної мінерально-сировинної бази стратегічних (критичних) металів присвячено чимало праць та досліджень, проте системного розгляду з укладанням відповідної стратегії галузі так і не здійснено. Недостатньо уваги приділено урахуванню сучасних інвестиційних вимог, особливо під час проведення геологорозвідувальних робіт і вибору схем переробки руд. На прикладі Прутівського комплексного родовища сульфідних мідно-нікелевих і благороднометалевих руд було оцінено наявну інформацію щодо перспективності його освоєння та окреслено необхідні першочергові кроки для підготовки родовища саме до комплексної розробки. При цьому було критично проаналізовано інформацію з відкритих (опублікованих) джерел за останні 25 років щодо перспектив рудоносності території України на благородні та кольорові метали, зокрема щодо потенційної платиносності, з урахуванням власного доробку й досвіду авторів. В результаті було показано недостатність наявної інформації про перспективність Прутівського комплексного родовища сульфідних мідно-нікелевих та благороднометалевих руд та суперечливість деяких джерел. Доведено необхідність зміни підходів до підготовки і розробки родовища, які повинні орієнтуватися на сучасні схеми комплексної переробки руд з урахуванням світових інвестиційних вимог. Показано, що остаточний висновок щодо промислового значення й інвестиційної привабливості Прутівського комплексного родовища можна буде зробити лише після виконання чітко визначеного комплексу робіт із дотриманням сучасних світових стандартів.

CREATION OF MINERAL RESOURCE BASE OF STRATEGIC METALS (BY EXAMPLE OF THE PRUTIVKA COMPLEX COPPER- NIKEL AND PRECIOUS METAL ORE DEPOSIT)

Falkovich O., Cand. Sci. (Geol.), falkovich.oleksii@gmail.com;

Palkin I., Cand. Sci. (Geol.-Mineral.), palkin11362@gmail.com;

GSC Geological Service Company LLC, Kyiv, Ukraine

The problem our own mineral resource base creation was considered relatively often since Ukraine became independent. However, this issue was never analyzed systematically. Besides, current investment demands during geological survey and ore processing scheme establishment were not taken into account. The purpose of the paper is estimating the available information on the prospectives of Prutivka complex sulphide copper-nickel ores deposit management and revealing the necessary steps to prepare the deposit to the development emphasizing its complexity. The paper analyzes the data of last 25 years published sources on the prospectives of Ukrainian territory ore content for colour and precious metals. It considers the potential platinum bearing and includes author's experience and data. Lack and inconsistency of accessible information about the perspectiveness of Prutivka complex sulphide copper-nickel and precious metal ores deposit revealed. The need to change approaches to development and preparation of the deposit is proven. These approaches must be based on contemporary complex ore processing schemes taking into account modern investment demands. The final conclusions concerning the industrial importance and investment attractiveness of the Prutivka complex deposit can be done after the defined workflow based on the modern worldwide standards.

Вступ. До питання створення власної мінерально-сировинної бази стратегічних (критичних) металів від моменту здобуття Україною незалежності звертались досить часто, але системного розгляду з укладанням відповідної стратегії галузі так і не відбулось [1, 2]. При цьому також недостатньо уваги приділялося урахуванню сучасних інвестиційних вимог, особливо під час проведення геологорозвідувальних робіт і вибору схем переробки руд.

Мета. Оцінити наявну інформацію щодо перспективності освоєння Прутівського комплексного родовища сульфідних мідно-нікелевих і благороднометалевих руд, на основі чого окреслити необхідні першочергові кроки для підготовки родовища до розробки — з наголосом на її комплексності.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ»

Матеріали й методи. Критично проаналізовано інформацію з відкритих (опублікованих) джерел за останні 25 років щодо перспектив рудоносності території України на благородні та кольорові метали, зокрема щодо потенційної платиноносності, з урахуванням власного досвіду авторів.

Виклад основного матеріалу. Вивчення геолого-структурних і металогенічних особливостей Волинського мегаблоку Українського щита (УЩ) дало змогу виявити на його території ряд базит-ультрабазитових інтрузивних масивів із ознаками сульфідних мідно-нікелевих рудопроявів — Прутівського, Кам'янського, Варварівського, Железняківського, Шейківського, Годихівського та ін. Це стало підставою для виділення Волинської нікеленосної провінції або нікеленосного району. Магматичні утворення цього району вивчалися багатьма дослідниками [3,4]. На нашу думку, обґрунтованішими є висновки відомого українського петролога В.М. Скобелева [5, 6], базовані на результатах глибокого аналізу історії геологічного розвитку та визначенні абсолютного віку магматичних порід регіону. Згідно з цими даними, усі згадані інтрузивні масиви були сформовані на етапі ранньопротерозойської тектоно-магматичної активізації 2100—1960 млн років тому. З найбільш ранніми фазами інтрузивної діяльності було пов'язано формування переважно ультрамафітових масивів (перидотит-піроксеніт-габроноритова формація — Железняківський, Новороманівський, Варварівський, Годихівський, Придорожній), дещо пізніше утворилися переважно габроїдні масиви (троктоліт-габронорит-габрова формація) — Прутівський і Каменський, а з прикінцевими фазами тектоно-магматичної активізації пов'язано утворення габро-монцоніт-гранітної асоціації Букинського масиву [7]. Пізніше для Прутівського та Кам'янського масивів дані абсолютного віку були дещо уточнені — до 1780—1790 млн років, а породи Букинського масиву перестали розглядати як потенційно рудоносні [8, 9]. Таким чином, встановлено, що найбільший рудоносний потенціал мають інтрузивні масиви, пов'язані з першими двома фазами інтрузивної діяльності під час ранньопротерозойської активізації в регіоні.

Результати досить тривалого вивчення геологічної будови і металогенічних особливостей Прутівського інтрузивного масиву дали деяким дослідникам підстави віднести виявлений тут сульфідний мідно-нікелевий рудопроєв до середніх родовищ за величиною запасів, відповідно до стандарту *JORC*, 44 млн тонн [10]. Також ці дослідники підкреслили, що на основі наявної аналітичної інформації вони створили базу даних, яка дала їм можливість виконати геолого-математичне моделювання за допомогою програмного комплексу *Micromine*, і визначити напрями робіт із наращування запасів руд на цьому родовищі.

Наявні дані є, звичайно, досить важливими для визначення видів і обсягів подальших геологорозвідувальних робіт. Але, для усебічного оцінювання перспектив цих металогенічних об'єктів обов'язково враховувати результати вивчення та оцінки потенційної платиноносності, а також золото- і срібноносності сульфідно-нікелевих базит-ультрабазитових масивів Волинського нікеленосного району. Без такої інформації будь-яка оцінка буде неповною, отже, хибною.

Цій темі вже було присвячено багато публікацій [1, 4, 7, 9, 11—16 та ін.]. Наведені в них результати досліджень допомогли одержати дані про геологічну і металогенічну будову району і, передовсім, підкреслити подібність українських металогенічних об'єктів до відомих платиноносних об'єктів Сибірської платформи і Воронізького кристалічного масиву.

Але виникає питання — наскільки перспективними є українські потенційно платиноносні геологічні утворення? Для його вирішення ми скористалися гіпотезою про існування Східноєвропейського субмеридіонального металогенічного поясу [17], що охоплює на півночі родовища і рудопрояви МПП однієї з найбільших у світі Кольської платиноносної провінції, а на півдні — Воронізького масиву і, ймовірно, УЩ. Цей пояс накладено на складнобудовану систему неодноразово реактивованих рифтів, розвинених у граніт-зеленокам'яних областях Східноєвропейської платформи. Глобальними особливостями поясів такого роду є поліхронність і поліформаційність не тільки самих поясів, але і платиноносних провінцій. Підтвердженням правильності такого погляду є висновок С.В. Нечаєва про приуроченість Волинського мідно-



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ»

нікелевого рудного району до перетину линеаменту "В" з поперечним Волинсько-Поліським прогином [18]. Спираючись на геофізичні дані, С.В. Нечаєв стверджував, що підвищені значення вмісту благородних металів у мідному концентраті, отриманому після переробки сульфідних мідно-нікелевих руд, є зовсім не випадковими.

Зрештою, на території північно-західної частини УЩ найбільший інтерес із позицій наявності платиноїдного зруденіння становлять істотно ультрамафітові інтрузії (перидотит-піроксеніт-габроноритова формація — вже згадувані Железняківський, Новороманівський, Варварівський, Годихінський, Придорожній масиви) і суттєво габроїдні (троктоліт-габронорит-габрова формація) Прутівський і Каменський масиви. Важливо і те, що дані про вік фаз інтрузивної діяльності району, вказані вище, узгоджуються з послідовністю класичного платиноїдного рудогенезу Кольської провінції, де серед ранньопротерозойських комплексів континентального рифтогенезу виділяються мончегорський сульфідний платиноїдно-мідно-нікелевий норит-ортопіроксено-перидотитовий, федорівсько-панський малосульфідний платинометалевий перидотит-піроксеніт-габроноритовий та інші комплекси.

Так, розшаровані породи пікрит-габро-долеритової (прототрапової) формації Прутівської інтрузії з підвищеним вмістом благородних металів, є формаційними аналогами інтрузивних утворень дулутсько-норильського формаційно-генетичного типу (або, точніше, норильсько-талнахського підтипу) і, можливо, плетрифо-мончегорського підтипу [19]. Наявність сульфідного мідно-нікелевого зруденіння лише підтверджує ґрунтовність такої аналогії. Відомо, що родовища, пов'язані з такими інтрузивами, належать до власне магматогенної (флюїдно-магматогенної) групи ендегенних родовищ і, далі, до сульфідної платиноїдно-мідно-нікелевої підгрупи (платиноїдовмісної рудної формації). Характерними типовими родовищами (об'єктами), пов'язаними з ними, є Талнахське, Норильське та Мончегорське (РФ). У перших двох установлено одні з найперспективніших у світі промислові поклади платини і МПГ.

Результати випробування на благородні метали порід Прутівського інтрузивного масиву, на жаль, виявилися скромними: у рядових пробах із нижнього рудного горизонту вміст платини склав 0,1—1,5 г/т. Подекуди, в деяких сульфідних перетинах, зафіксовано 0,35 г/т платини, 0,23 г/т паладію і 0,55 г/т золота. У пробах, відібраних із верхнього рудного горизонту, вміст платини становить 0,24—4,9 г/т, а сума платини, паладію та золота — понад 5,0 г/т. У мідно-нікелевому концентраті, отриманому з технологічної проби, було виявлено, г/т: платини 0,096, паладію 0,24, золота 5,3, срібла 37 [16]. Результати мікрозондового дослідження, виконаного в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України, раніше показали, що платиноїди представлені у вигляді власних форм (сульфіди) і у вигляді твердих розчинів у телуридах і телуро-висмутитах [11]. Крім того, тоді ж було висунуто припущення про можливу наявність у піротині осмію та рутенію.

При цьому практично у всіх публікаціях, присвячених геологічному вивченню Прутівського інтрузиву, а також, пошукам родовищ сульфідних мідно-нікелевих руд у Волинському нікеленосному районі, вказується, що системне, зокрема суцільне, випробування перспективних рудних шарів на благороднометалеве зруденіння не здійснювали. Тому наявна інформація є вкрай неповною і не завжди достовірною (насамперед, через недостовірність аналітичних досліджень). Однак вона дає змогу зробити досить позитивні висновки щодо потенційної перспективності цього об'єкта. Підтверджують такі висновки і попередні оцінки ресурсів МПГ на Прутівському рудопрояві, які, за даними К. Ю. Єсіпчука (за [1]), складають 10,8 т за середнього вмісту в руді платини і паладію по 0,15 г/т кожного.

Висновки. Підсумовуючи дані, отримані у ході вивчення геологічної будови і речовинного складу Прутівського і ряду інших названих вище інтрузивів, необхідно зазначити, що вони відрізняються від відомих промислових об'єктів, передовсім, значно меншими розмірами і відсутністю високого ступеня розшарування, яке там має ритмічний характер — із послідовною зміною асоціацій порід від ультраосновних до основних. Зазначені закономірності прямо пов'язані



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ. ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ»

зі ступенем платиноносності масивів, отже виявлення промислового вмісту платини і МПГ на названих українських об'єктах є малоімовірним.

Розгляд перспектив промислового освоєння Прутівського родовища необхідно здійснювати тільки з позицій комплексного вилучення корисних компонентів. І якщо раніше, на перших етапах геологорозвідувальних робіт, основну увагу приділяли можливості одержання мідно-нікелевого та кобальтового концентратів, то нині неодмінною умовою переробки руд має стати отримання й благороднометалевих концентратів. Такий комплексний об'єкт однозначно може викликати промисловий інтерес.

Однак, за даними [10], можна дійти висновку, що натепер із різним ступенем детальності вивчені близько 20 % рудоперспективних порід Прутівського інтрузивного масиву. І це вивчення відповідає сучасним загальноприйнятим міжнародним принципам оцінки з певною часткою умовності.

Тому, для визначення промислового значення родовища доведеться продовжити геологічні вишукування і привести всю наявну геологічну і геолого-економічну інформацію у відповідність із міжнародними стандартами класифікації та обліку мінерально-сировинних активів [20].

Перші практичні заходи в цьому напрямі повинні передбачати:

- проведення нового представницького буріння з відбором необхідних проб;
- вивчення цих проб у визначених міжнародних лабораторіях;
- виконання об'ємного геологічного моделювання.

Виконання зазначених заходів дозволить створити геолого-генетичну модель родовища з цифровим картографічним наповненням, яка дасть надрокористувачу можливість обрати оптимальну, економічно і технологічно вигідну технологію виконання гірничих (розкривних і видобувних) робіт. Рівень підготовки геологічних, екологічних, технологічних, гірничих і соціальних питань має відповідати сучасним міжнародним нормам підготовки таких проєктів.

Тільки після цього можна буде зробити остаточний висновок щодо промислового значення й інвестиційної привабливості Прутівського комплексного родовища. Висновок щодо доцільності його промислового видобутку буде підтверджений у разі створення технології комплексної переробки руди.

Список використаних джерел:

1. Гурський Д. С. Концептуальні засади державної мінерально-сировинної політики щодо використання стратегічно важливих для економіки країни корисних копалин. Львів: ЗУКЦ, 2008. 192 с.
2. Фалькович О.Л. Критична мінеральна сировина в економіці США, ЄС та Україні. Матеріали П'ятої Міжнарод. наук.-практ. конф. "Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування": у 2-х т. (8—12 жовт. 2018, м. Трускавець). Київ, 2018. Т. 1. С. 24—27.
3. Чернышов Н.М., Шербаков И.Б., Когут К.В. Главнейшие типы сульфидно-никелевых рудо-магматических систем Украинского щита, их положение в общей систематике и последовательность прогнозной оценки. *Геол. журн.* 1989. № 6. С. 13—26.
4. Костенко М.М. Металогенічні особливості та перспективи рудоносності базитових дайкових комплексів Волинського мегаблоку Українського щита. *Збірник наукових праць УкрДГРІ.* 2019. № 3—4. С. 9—23.
5. Скобелев В.М. Петрохимия и геохронология докембрийских образований Северо-Западного района Украинского щита. Киев: Наук. думка, 1987. 140 с.
6. Скобелев В.М. Петрогенез никеленосных габброидных интрузий Волынского мегаблока Украинского щита. Киев: Наук. думка, 1991. 140 с.
7. Гурський Д.С., Есипчук К.Е., Калинин В.И., Кулиш Е.А., Нечаев С.В., Третьяков Ю.И., Шумлянський В.А. при участии Бакаржиева А.Х., Лебеда Н.И., Макивчука О.Ф. Металлические и



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ»

неметаллические полезные ископаемые Украины: в 2-х т. Т 1. Металлические полезные ископаемые. Киев-Львов: Центр Европы, 2005. 785 с.

8. Шумлянський Л.В., Белоусова О.А., Елмінг С.-О. Про ізотопний вік порід палеопротерозойської габро-долеритової асоціації північно-західного району Українського щита. *Минерал. журн.* 2008. 30, № 4. С. 58—69.

9. Shumlyanskyu L., Ernst R.E., Billström K., Wing B.A., Bekker A. Age and Isotope Composition of the Prutivka Intrusion (the 1.78 Ga Prutivka — Novogol Large Igneous Province in Sarmatia). *Минерал. журн.* 2016. — 38, № 3. С. 91—101.

10. Слободян Б.І., Висоцький Б.Л. Прутівське сульфідне мідно-нікелеве родовище. Матеріали Четвертої Міжнарод. наук.-практ. конф. "Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування": у 2 т. (6—10 лист. 2017, м. Трускавець). Київ, 2017. Т. 1. С. 44—47.

11. Галий С.А., Когут К.В., Ширинбеков Н.К. Платиноиди в сульфідних мідно-нікелевих рудах северо-западного блока Украинского щита. *Минерал. журн.* 1994. 16, № 3—4. С. 21—28.

12. Каневский А.Я., Котвицкий Л.Ф., Костенко Н.М. Потенциальная никеленосность Прутовско-Букинской площади Украинского щита. *Геол. журн.* 1992. № 1. С. 55—63.

13. Есипчук К.Е., Галецкий Л.С., Галий С.А. и др. Перспективы платиноносности геологических формаций Украины. Киев, 1994. 64 с. (Препр. ИГМР НАН Украины).

14. Ширкунов В.В., Высоцкий Б.Л., Палкин И.Е. Перспективы промышленной платиноносности северо-западной части Украинского щита. Мінерально-сировинна база благородних металів України: стан геологорозвідувальних робіт та їх аналітичного забезпечення. Київ: УкрДГРІ, 2005. С. 60—61.

15. Юшин О.О. Основні результати і напрями досліджень платинометальних формацій України. *Збірник наукових праць УкрДГРІ.* 2005. № 1. С. 85—91.

16. Висоцький О.Б., Висоцький Б.Л. Деякі питання благороднометалевості базитів Прутівської інтрузії. *Мінеральні ресурси України.* 2008. № 2. С. 26—30.

17. Додин Д.А., Оганесян Л.В., Чернышов Н.М., Яцкевич Б.А. Минерально-сырьевой потенциал платиновых металлов России на пороге XXI века. Москва: Геоинформмарк, 1998. 121 с.

18. Нечаев С.В. Минерагения геодинамических систем и комплексов Украинского щита в аспекте эволюции земной коры и рудообразования. *Збірник наукових праць УкрДГРІ.* 2005. № 1. С. 18—29.

19. Палкин И.Е., Бобров А.Б., Дзидзинский А.А., Ширкунов В.В. Перспективы выявления месторождений платиноидов в Украине. Тр. Пятой Междунар. науч.-практ. конф. "Комплексное изучение и освоение природных и техногенных россыпей" (17—22 сент. 2008, Судак — Симферополь, КО УкрГГРИ). Киев: Академперіодика, 2009. С. 199—217.

20. Falkovich O. L., Palkin I. Ye. (2021). Creation of Mineral Resource Base of Strategic Materials (by Example of the Prutivskiy Copper-Nickel and Precious Metal Ore Deposit). *Science and Innovation*, 17 (4), 55—61. <https://doi.org/10.15407/scine17.04.055>